

環境対応型仕上加工技術：カポックの改質技術

金山賢治^{*1}、北野道雄^{*1}、浅井弘義^{*1}

Technology of Eco-friendly Finish Process: Texture Modification of Kapok Fibers

Kenji KANAYAMA^{*1}, Michio KITANO^{*1} and Hiroyoshi ASAI^{*1}

Owari Textile Research Center, AITEC^{*1}

天然素材として自然界に優しいエコロジー素材であるカポック繊維について、強アルカリや塩素系の化学薬品、エネルギーなどの使用量を削減する様な環境対応型の仕上加工技術について検討した。その結果、従来のアルカリ精練・漂白法に比べ、酵素精練法及び中性漂白法では繊維の扁平化が防止でき、ソフトな風合加工の前処理として適し、中性・中温であるため排水負荷の低減やエネルギーの削減が可能であることが分かった。また、安全性の高い天然由来の高分子物質スクワランとレシチンによる加工により皮膚に優しいヌメリ感のある柔軟な風合いが得られた。

1. はじめに

環境調和型生産システムにおいては、多量の化学物質・エネルギー・水などの使用制限や見直しが行われ、特に排水中の有機塩素系化合物(AOX)や強アルカリ薬剤の使用を制限する傾向にあり、これらに代えて酵素(バイオ)精練をはじめとした天然(生体)由来の物質を繊維加工に利用する研究が綿、羊毛などに関して多く研究され注目されている¹⁻²⁾。しかし、カポックに関するこれら文献、研究事例³⁾はほとんど無く、また天然由来の物質を用いた環境対応型の仕上加工についても研究事例⁴⁾は少ない。

そこで本研究では、特に無農薬で栽培され化学肥料を使わずに育つ地球環境に優しいエコロジー天然素材であるカポック繊維に注目し、カポックの風合改質を目的とした環境対応型の仕上加工技術について検討した。前処理方法としてプロテアーゼ、セルラーゼ、及びラッカーゼの各種酵素によるバイオ精練、過酢酸と過酸化水素による中性漂白を行い、天然由来の安全性の高い高分子物質スクワランと天然由来で生分解性の高いリン脂質レシチンとを用いた柔軟加工を試みた。

2. 実験方法

2.1 試料

表1に示すカポック/綿混紡糸繊維を実験試料とした。

いずれの実験も回転ポット染色試験機(ミニカラー12: (株)テクサム技研製)を用いた。

表1 実験に用いた繊維

番手(S) 経×緯	密度(本/1寸) 経×緯	組織	混用率
20/2×20/2	38×33	平織	カポック 50% 綿 50%

2.2 酵素精練処理

酵素精練は、表2に示す酸性及び中性の2種類、並びに比較のためのアルカリ精練を行った。

表2 精練処理条件

	酸性酵素精練	中性酵素精練	アルカリ精練
精練剤	酸性プロテアーゼ (プロテアーゼ M「アマノ」 G: 天野エンザイム(株)0.5g/l) 酸性セルラーゼ (GODO TCD-H 合同 酒精(株)0.5g/l) ラッカーゼ(ラッカーゼダイワ Y120: 大和化成(株)製) 1g/l)	中性プロテアーゼ (プロテアーゼ N「アマノ」 G: 天野エンザイム(株)製) 0.5g/l) 中性セルラーゼ (セルラーゼ 中性: ジェネン コア・インター ナショナル製) 0.5g/l)	水酸化ナトリウム 2g/l
界面活性剤	天然アルコール系ノニオン DSK NL-75 (第一工業製薬(株)) 0.25g/l		
pH	5.0 0.1M 酢酸緩衝液	7.0 0.1M リン酸緩衝液	14.0
温度×時間	50 × 30分 70 × 30分	55 × 30分	95 × 60分
浴比	1:20		
後処理	酵素失活 95 × 20分		酢酸(中和) 1g/l
	水洗 湯洗 水洗 脱水 乾燥		

2.3 漂白処理

漂白処理は、表3に示す中性過酢酸及び中性過酸化水素の2種類、並びに比較のためにアルカリ漂白を行った。

*1 尾張繊維技術センター 加工技術室

表3 漂白処理条件

	中性漂白		アルカリ漂白
	過酢酸法	過酸化水素法	
漂白剤	平衡過酢酸(ダイヤパワー*:三菱瓦斯化学(株)製)20ml/l	過酸化水素(30%)20ml/l	過酸化水素(30%)5ml/l
活性剤		Prestogen SP (BASFジャパン(株)製) 5g/L	水酸化ナトリウム 1g/l
安定剤	ピロリン酸ナトリウム 2g/l		ケイ酸ナトリウム 1g/l
界面活性剤	天然アルコール系ノニオン DSK NL-75 0.25g/l		
pH	7 炭酸ナトリウム	8 炭酸水素ナトリウム	11
温度×時間	40~90 ×90分	70,95 ×60分	95 ×60分
浴比	1:30		
後処理	水洗 湯洗 水洗 乾燥		

*: 過酢酸 6%, 過酸化水素 8%, 酢酸 32%, 水 53%, 安定剤 1%

2.4 柔軟加工

柔軟仕上加工は、表4に示す条件で行った。

表4 柔軟仕上加工条件

加工剤	スクワラン 0.5g/l 日光ケミカルズ(株)製 リン脂質(卵黄レシチン:ヨークオイル L-301 太陽化学製、大豆レシチン)
界面活性剤	天然アルコール系ノニオン DSK NL-75 0.25g/l
乳化方法	超音波処理 300W × 3分
温度×時間	50 × 20分
浴比	1:20
乾燥	100 × 5分(乾燥) 150 × 2分(キュア)

2.5 評価方法

精練・漂白・柔軟加工の評価は、表5の方法で行った。

表5 評価方法

評価項目	評価方法	使用機器
表面形状	走査型電子顕微鏡(SEM)で繊維の表面形状を観察	JST-T330 (株)日本電子製
吸水性	JIS L1907の滴下法により、水1滴(50μl)を落下時の濡れ時間を測定	
強伸度	JIS L1095に準じ、織物の経糸1本の平均値を測定。つかみ間隔10cm、引張速度10cm/分、標準状態(20、RH65%)	AG-500A 島津製作所製 (定速伸長形引張試験機)
リグニン除去性	ビスナー試薬*による呈色試験、及び赤外分光光度計にて官能基の変化を観察。	FTIR-8300 島津製作所製
綿かす除去性	綿かす(葉ごみ)を外観目視にて判定。	
白度	漂白後の白度をJIS L1907により測定。	CM-3600d ミノルタ製
剛軟性	JIS L1095の4.5度カンチレバー法により測定。	
曲げ硬さ	大きさ10cm×10cmの試料を曲げ試験機にて測定。	KES-FB2 かつてック製

*フログリシン 1g, エタノール 50cc, 塩酸 25cc 溶液

3. 結果及び考察

3.1 精練処理

綿の繊維表面にはタンパク質、ペクチンなど約6%、カポックの繊維表面にはリグニン、ペントザンなど約35%の夾雑物を含有し⁵⁾、これら除去するため蛋白質分解酵素プロテアーゼ(Pro)、セルロース分解酵素セルラーゼ(Cell)、フェノール化合物分解酵素ラッカーゼ(Lac)の各酵素による一浴精練を行った結果は、表6のとおりである。

表6 精練効果

試料	未処理	酸性酵素	中性酵素	アルカリ
吸水性(秒)	>60	18	15	<1
強度(N)	4.8	5.6	5.5	5.3
伸度(%)	6.9	7.5	7.5	7.3
リグニンの除去*	-	×	×	×

*除去性: ×は除去されていない。

吸水性は通常5秒以下になると良好な精練効果があると言われるが、酵素精練では5秒以下にならず弱い処理であった。強伸度の差は認められなかった。Lacは酸性酵素精練においてカポックのリグニンの除去を期待したがその効果は確認出来なかった。表面観察の結果、アルカリ精練ではカポックの中空がほとんど扁平化し表面変化が著しい(写真2, 3)が、酵素精練では何れも扁平化が少なく表面に僅かに筋上の凹凸が認められた。(写真4)

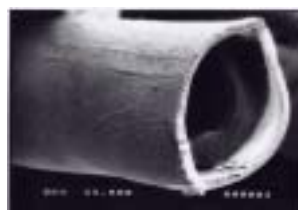


写真1 未処理



写真2 アルカリ処理

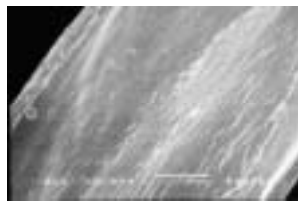


写真3 アルカリ処理

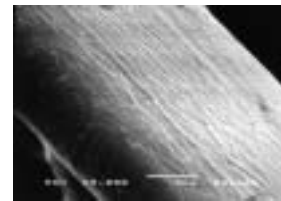


写真4 酵素処理

エネルギーの使用量を比較すると、図1に示すように中性酵素精練はアルカリ精練より低い温度処理可能で、排水の中和処理も不要であることからエコロジー生産手法といえる。中性酵素精練の効果はアルカリよりも弱いが、カポックの柔らかな風合いと中空構造を保持するための前処理としては中性酵素精練が適する。

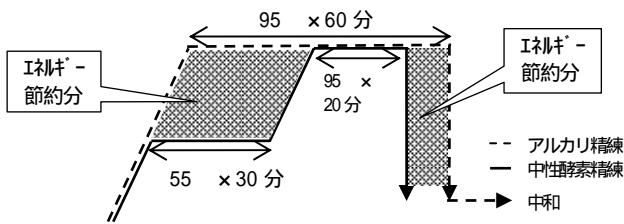


図1 エネルギー使用量の比較

3.2 中性漂白

中性酵素精練後の試料について、排水負荷の少ない過酸化水素及び過酢酸による中性漂白処理を行った結果は、表7のとおりである。比較のためアルカリ精練・漂白を行った。

表7 漂白効果

項目 \ 方法	漂白前 (中性酵素)	中性漂白				アルカリ
		過酢酸		過酸化水素		
		70	90	70	95	
白度	45	57	58	50	60	63
吸水性(秒)	15	<5	<5	<5	<5	<1
強度(N)	5.5	5.8	5.7	5.6	5.8	6.2
伸度(%)	7.5	7.6	7.5	7.3	7.7	7.8
曲げ剛性* (g・cm ² /cm)	0.231	0.298	0.383	0.306	0.388	0.833
曲げヒステリシス* (g・cm/cm)	0.201	0.235	0.235	0.247	0.247	0.582
綿かすの除去*	×					
リグニンの除去*	×					

* 曲げ剛性：小さい程軟らかい 曲げヒステリシス：小さい程回復が速い
綿かす・リグニンの除去：ほとんど除去されている。除去されている。一部残っている。× 除去されていない。

過酢酸と過酸化水素との比較では、処理温度70の時には過酢酸の方が白度及びリグニンの除去性が優れていた。強伸度、曲げ剛性、曲げヒステリシス、綿かす除去性は何れも差が無かった。

一方、アルカリとの比較では、アルカリでは曲げ剛性、曲げヒステリシスが大きくなり著しく硬い風合いとなるのに対して、中性漂白ではアルカリよりも白度がやや低いが、曲げ剛性、曲げヒステリシスが小さく柔らかな風

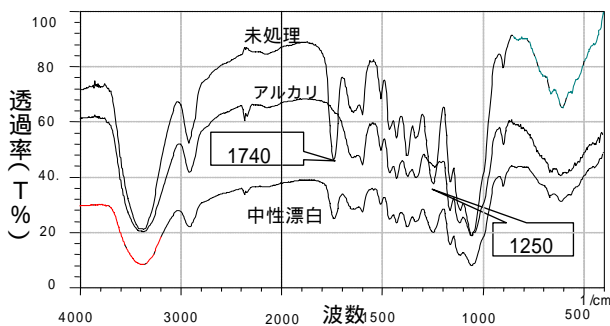


図2 カポックの赤外吸収スペクトル

合いを得ることが出来る。

また、アルカリ処理の赤外吸収スペクトル(図2)では1740cm⁻¹と1250cm⁻¹の減少が大きく、カルボニル基の化学変化とリグニンの消失を示唆している。アルカリ処理の硬化の要因は、酸化作用により扁平化したカポック表面のヒドロキシル基が乾燥により水分子が失われ、扁平化した繊維どうしが再接着したためと考えられる。

過酢酸の処理温度の影響は、処理温度とともに白度及び吸水性は向上し、白度は70以上では大きな向上は見られず、吸水性は60以上で5秒以下となる。よって、過酢酸の処理温度としては70前後が適していると思われる。(図3)

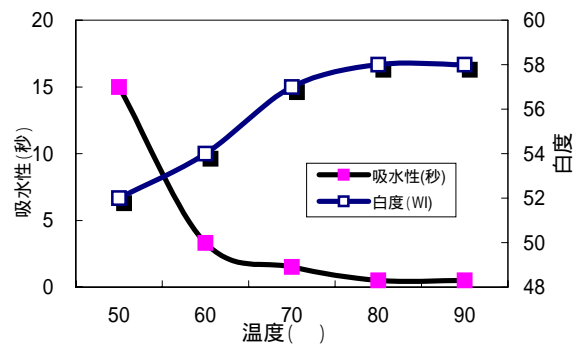


図3 過酢酸の温度の影響

中性過酢酸漂白は、中温での処理が可能で、図4に示すようにアルカリ漂白よりエネルギーの使用量が少なく、カポックの柔らかな風合いと中空構造を保持するための前処理として、白度はやや低いが70前後での過酢酸漂白処理法が適する。

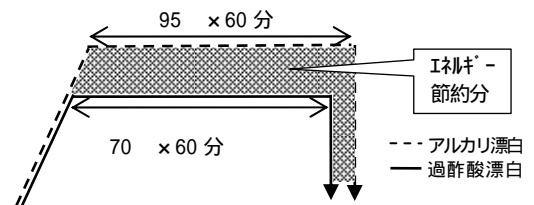


図4 エネルギー使用量の比較

3.2 柔軟仕上加工

天然由来の安全性の高い高分子物質であるスクワランと、天然由来で生分解性の高い卵黄レシチン又は大豆レシチンを加えて柔軟加工を試みた結果は、表8のとおりである。

コントロールと比較して、何れの処理でも剛軟性の値が小さくなり、曲げ剛性と曲げヒステリシスも低くなり、天然由来の柔軟加工剤として効果があった。また、レシチン濃度の増加とともに剛軟性の値、曲げ剛性、曲げヒステリシスともに低くなった(図5, 6)。

表8 柔軟性能

	剛軟性* (mm)	曲げ試験	
		曲げ剛性 (g・cm ² /cm)	曲げヒステリシス (g・cm/cm)
コントロール	5.4	0.332	0.253
卵黄レシチン	4.7	0.219	0.217
大豆レシチン	4.2	0.226	0.173

*剛軟性(カチバ⁻): 小さい程軟らかい
レシチン濃度: 2g/L、スクワラン: 0.5g/L, 50 × 20分

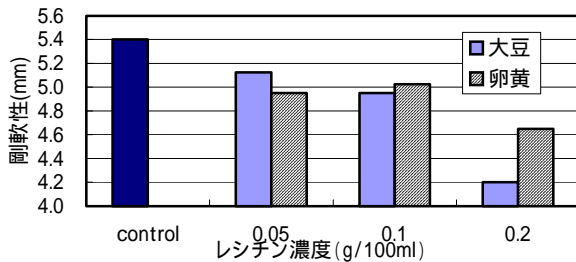


図5 レシチン濃度と剛軟性

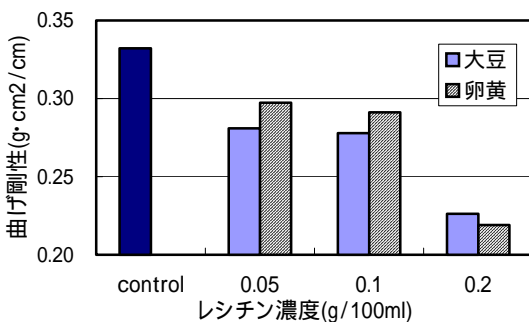


図6 レシチン濃度と曲げ剛性 (B)

スクワランの添加による剛軟性、曲げ剛性、曲げヒステリシスの値に大きな差は認められなかったが(図7)繊維表面の手触り感ではスクワランの添加によりヌメリ感が増加した。

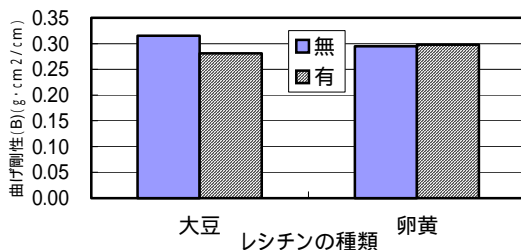


図7 スクワランの添加効果

柔軟効果は、レシチンを超音波処理することにより、レシチンがリポソームを形成し⁶⁾両性界面活性剤としてO/W型のエマルジョンとなる。この時リポソーム内にスクワランを取込み、スクワランはレシチンとともに繊維に吸着し繊維のヌメリ感を付与し、レシチンはセルロ

ース繊維の水素結合を弱くしたものと推測される。

安全性の高い天然由来の物質であるスクワラン及びレシチンを使用した、人体に優しく環境負荷の小さな柔軟な風合いを得ることが出来た。

4. 結び

カボックの中空構造を保ち、ソフトな風合いを保持するには、中温でマイルドな中性酵素精練が適する。中性酵素精練は強アルカリを使用せず、中温処理であるためエネルギーコストも小さいのでエコロジーな生産手法と言える。

カボックはアルカリ漂白で著しく硬化するため、硬化防止には白度はやや低いが中性・中温の過酢酸漂白が適している。過酢酸漂白は、酵素精練と同様に中性・中温処理が可能であるため、エネルギーコストが低く、塩素系物質や強アルカリ薬剤を使用しない環境対応法として期待できる。

安全性の高い天然由来のスクワランとレシチンによる柔軟加工を試みた結果、ヌメリ感のあるマイルドな柔軟効果が得られた。天然由来であるため、人体にも優しく環境負荷の小さい柔軟加工といえる。

文献

- 1) 例えば、高岸徹; 繊維学会誌 (繊維と工業), 54, P417-P418(1998-12).
- 2) 例えば、前嶋義夫、田端孝光; 科学と工業, 76, 273-277 (2002-6).
- 3) 例えば、特開 2001-348743.
- 4) 例えば、特開平 08-209539.
- 5) 木村芳次郎、中原彦之: 繊維植物, 共立出版(1942).
- 6) 北野、山本; 愛知産業技術研究所研究報告: 第1号, P186-P189 (2002-12)